

doi: 10.7541/2020.146

大亚湾养殖鱼类寄生车轮虫的种类组成与季节动态

陈鹏¹ 张咏¹ 刘苏² 杨宇晴² 袁凯¹ 张海发² 丁雪娟¹

(1. 华南师范大学生命科学学院, 广州市亚热带生物多样性与环境生物监测重点实验室, 广东省水产健康安全养殖重点实验室, 广州 510631; 2. 广东省海洋渔业试验中心, 惠州 516081)

摘要: 2017年8月至2018年7月对大亚湾8种养殖鱼类的车轮虫感染情况进行了调查, 采用Lom倡导的“统一特定方法”及Van As & Basson提出的“齿体定位描述法”对捕获的车轮虫标本进行了形态鉴定与描述。结果在卵形鲳鲹(*Trachinotus ovatus*)、星点笛鲷(*Lutjanus stellatus*)、鞍带石斑鱼(*Epinephelus lanceolatus*)、眼斑拟石首鱼(*Sciaenops ocellatus*)和虎龙杂交斑[E. fuscoguttatus (♀) × E. lanceolatus (♂)]等5种鱼上共检获5种车轮虫: 亚卓车轮虫(*Trichodina jadranica*)、莱普斯车轮虫(*T. lepsii*)、长须鳃车轮虫(*T. guliae*)、劳牧小车轮虫(*Trichodinella lomi*)和斜拟车轮虫(*Paratrachodina oblique*); 其中卵形鲳鲹5种虫均有寄生, 虎龙杂交斑感染了4种虫, 星点笛鲷、眼斑拟石首鱼和鞍带石斑鱼分别感染了3种、2种和1种虫。周年感染数据表明: 5种虫的感染率均以卵形鲳鲹最高, 眼斑拟石首鱼上2种虫的感染率最低; 莱普斯车轮虫平均感染强度最高的宿主是虎龙杂交斑, 其他4种虫的均是卵形鲳鲹。寄生车轮虫的季节动态表明: 冬季的感染率和平均感染强度较低; 不同虫种感染高峰出现的季节不一, 其中斜拟车轮虫的感染高峰出现在秋季, 其春夏秋冬的平均感染强度均大于其他4种虫。研究填补了大亚湾海区鱼类寄生车轮虫研究的空缺, 为该海区车轮虫病的诊断与防控提供了参考。

关键词: 车轮虫; 种类组成; 季节动态; 大亚湾

中图分类号: S941.5

文献标识码: A

文章编号: 1000-3207(2020)06-1256-07

车轮虫(Trichodinid)隶属于纤毛门寡膜纲游走目车轮虫科(Trichodinidae Claus, 1874), 是一类具有附着盘结构、可自由运动的纤毛虫, 广泛寄生或共栖于淡海水鱼类的鳃及体表, 是水产养殖(尤其是高密度养殖)中常见且危害较大的一类纤毛虫, 车轮虫的寄生可导致宿主严重的组织病变, 造成经济损失^[1-3]。因此对鱼类寄生车轮虫的调查研究既有理论意义, 又有应用价值。

全球已发现10属近400种车轮虫, 我国记录有5属约80种, 其中淡水车轮虫50余种, 主要采自四川、重庆、湖北等内陆地区^[4-7]; 海水车轮虫20余种, 主要分布于黄渤海海域^[8,9], 南海仅见王文强等^[10]报道的寄生于海南三亚海区野生鱼类的4个种。车轮虫的相关研究主要集中在分类学上, 生态学方面的研究报道较少^[11,12]。大亚湾位于广东省东南, 是广东省沿岸最大的海湾之一, 也是全省唯一的水产

资源自然保护区, 湾内面积约600 km², 自然环境优越、生物资源丰富, 为华南重要渔场之一^[13]。已有学者对大亚湾鱼类寄生黏孢子虫、单殖吸虫、复殖吸虫和甲壳动物等进行了调查研究^[14-17], 但车轮虫的相关研究空缺。本文首次对大亚湾主要养殖鱼类寄生车轮虫进行了调查研究, 以期探明该海区车轮虫的种类组成, 揭示相关车轮虫的种群季节动态, 填补该海区鱼类寄生车轮虫研究的空缺, 为海水养殖鱼类车轮虫病的诊断及防控提供科学参考。

1 材料与方法

2017年8月至2018年7月对大亚湾养殖的8种经济鱼类鳃寄生车轮虫进行了为期一年的调查研究。调查的宿主鱼包括: 卵形鲳鲹(*Trachinotus ovatus*)、眼斑拟石首鱼(*Sciaenops ocellatus*)、黑鲷(*Sparus macrocephalus*)、星点笛鲷(*Lutjanus stella-*

收稿日期: 2019-06-27; 修订日期: 2020-04-26

基金项目: 广东省促进经济高质量发展专项资金海洋经济发展项目(GDOE (2019) A23); 广东省渔港建设和渔业发展专项资金项目(GDFA 2016 (11))资助 [Supported by Guangdong MEPP Fund (GDOE (2019) A23); Guangdong Fishing Port Construction and Fishery Development (GDFA 2016 (11))]

作者简介: 陈鹏(1991—), 男, 硕士研究生; 主要从事鱼类寄生虫学研究。E-mail: 1793285148@qq.com

通信作者: 丁雪娟, 教授; E-mail: dingxj@scnu.edu.cn

tus)、大西洋鲷(*Sparus aurata*)、斜带髯鲷(*Haplo-
genys nitens*)、鞍带石斑鱼(*Epinephelus lanceolatus*)
和虎龙杂交斑(*E. fuscoguttatus* (♀) × *E. lanceolatus*
(♂), Hulong grouper), 其中鞍带石斑鱼和虎龙杂交
斑取自广东省海洋渔业试验中心(22.71°N, 114.54°E)
的室内养殖池, 其余6种鱼则取自3 km外的养殖网
箱。每月采样1次, 每次每种鱼各取5尾, 鱼的体长
与体重信息见表1(括号外为平均值, 括号内为量度
变化范围), 解剖后取鳃进行湿涂片(每一鳃片涂一
张片), 同时测量水体的水温及pH。

采用干银法对空干的鳃涂片进行染色制片: 在
3%硝酸银溶液中浸泡150s, 流水冲洗5s, 45℃烘干
后于50W白炽灯下曝光120s, 再加显影剂显影20s,
流水冲洗5s, 95%酒精脱水120s, 45℃烘干后用中性

表1 宿主鱼体长和体重信息

Tab. 1 The body length and weight of host fishes

宿主鱼Host species	体长Body length (mm)	体重Weight (g)
卵形鲳鲹 <i>T. ovatus</i>	169(121—236)	217(63—563)
眼斑拟石首鱼 <i>S. ocellatus</i>	267(178—345)	357(94—758)
黑鲷 <i>S. macrocephalus</i>	165(85—251)	177(22—569)
星点笛鲷 <i>L. stellatus</i>	236(165—367)	420(152—655)
大西洋鲷 <i>S. aurata</i>	236(177—282)	427(204—783)
斜带髯鲷 <i>H. nitens</i>	233(198—300)	568(398—970)
鞍带石斑鱼 <i>E. lanceolatus</i>	330(255—425)	1174(453—2087)
虎龙杂交斑 <i>E. fuscoguttatus</i> (♀) × <i>E. lanceolatus</i> (♂)	338(267—450)	1248(470—2511)

树胶封片。随后在光学显微镜(Olympus BX51)下
观察、拍照。形态学数据的测量依Lom^[18]所倡
导的统一特定方法进行, 数据统计模式为: Min-Max
(Mean±SD), 即最小值-最大值(算术平均值±标准
差)。齿体定位图借助Adobe Photoshop CS6完成,
并采用Van As和Basson^[19]提出和唐发辉等^[6]修正
的方法进行齿体定位描述; 种群周年动态数据整理及
统计分析借助Excel和SPASS20.0软件进行。寄生
车轮虫的感染率(Prevalence)与平均感染强度(Mean
intensity)等的统计依Bush等^[20]。

2 结果与讨论

2.1 种类组成与形态特征

本调查共检获车轮虫5种, 描述如下。

亚卓车轮虫*Trichodina jadratica* (Raabe, 1958)

Lom & Laird, 1969(表2、图1A和1B、图2A)

宿主: 卵形鲳鲹, 虎龙杂交斑, 鞍带石斑鱼。

该虫为中、大型车轮虫; 附着盘中央具有一个
大且圆的颗粒; 齿钩近半月型, 其外切缘平滑略高于
骨突, 骨突圆钝, 齿钩后缘平滑且弯曲, 齿钩前缘平
滑, 不及Y+1轴, 齿钩凸点不及Y+1轴, 与齿钩凹点
在同一水平上, 无钩突及后突起; 齿钩连接粗壮, 齿
锥较发达, 齿锥顶点钝圆, 未到达Y轴至Y-1轴距离
的一半, 齿锥间嵌合紧密; 齿棘短且粗, 整体平直,
无棘突。

该种在亚洲、欧洲、非洲和澳洲均有分布, 宿
主范围广, 能适应海、淡水环境^[21]。我国黄渤海海
域的牙鲆(*Paralichthys obliquatus*)、石鲈(*Kareius
bicoloratus*)和红鳍东方鲀(*Takifugu rubripes*)上有寄

表2 大亚湾五种车轮虫的形态学数据比较

Tab. 2 Morphometric comparison of five trichodinids from Daya Bay (μm)

指标Index	亚卓车轮虫 <i>Trichodina jadratica</i> (n=24)	长须鳎车轮虫 <i>T. guliae</i> (n=10)	莱普斯车轮虫 <i>T. lepsi</i> (n=4)	劳牧小车轮虫 <i>Trichodinella lomi</i> (n=7)	斜拟车轮虫 <i>Paratrachodina oblique</i> (n=55)
虫体直径Body diameter	25.1—56.7(34.3±7.1)	30.1—44.5(36.3±5.2)	25.0—28.5(27.0±1.6)	19.1—23.2(20.9±2.1)	17.0—27.8(22.9±2.4)
附着盘直径Adhesive disc diameter	21.0—39.0(28.2±5.4)	25.0—35.9(29.9±4.1)	20.8—24.5(23.1±1.6)	15.0—18.0(16.5±1.5)	14.6—24.8(19.2±2.3)
缘膜宽Border membrane width	2.0—10.0(3.0±7.2)	2.1—4.3(3.2±0.8)	1.5—2.3(2.0±0.3)	2.0—2.6(2.2±0.3)	1.1—2.7(1.8±0.3)
齿环直径Denticle ring diameter	11.5—25.3(17.4±3.8)	16.3—22.3(19.1±2.3)	13.2—15.1(13.9±1.0)	8.6—11.0(10.0±1.3)	7.5—14.5(11.1±1.6)
齿体纵长Denticle span	6.3—10.2(8.1±1.1)	6.5—11.1(8.5±1.5)	5.1—5.8(5.4±0.4)	3.7—5.5(4.4±1.0)	3.7—6.2(4.8±0.6)
齿长Denticle length	3.1—5.8(4.2±0.7)	3.6—5.7(4.3±0.7)	2.5—3.3(3.0±0.4)	1.1—1.9(1.5±0.4)	1.1—2.3(1.5±0.2)
齿钩长Blade length	2.2—4.6(3.3±0.6)	2.4—4.2(3.4±0.7)	2.4—3.0(2.6±0.3)	1.6—2.5(2.0±0.5)	1.4—3.6(2.3±0.5)
齿锥宽Central part width	0.7—2.8(1.6±0.4)	1.4—2.9(2.1±0.5)	0.7—1.1(0.8±0.2)	1.0—1.7(1.5±0.4)	0.4—2.2(1.1±0.3)
齿棘长Ray length	1.8—4.3(2.9±0.6)	2.6—4.5(3.1±0.6)	1.3—2.1(1.6±0.4)	1.0—1.3(1.1±0.2)	1.0—2.0(1.4±0.2)
齿体数Denticle number	18—26	22—26	22—25	21—24	20—25
辐线数Radial pins per denticle	6—7	5—7	6—7	6—7	3—4

生该虫的记录^[22, 23]。在不同的宿主和生境中, 种群的齿体形态有一定差异, 但均具该种明显的鉴别特征, 即附着盘中央有一大而圆的颗粒。

长须鳎车轮虫 *Trichodina guliae* Asmat, 2006 (表 2、图 1C、图 2B)

宿主: 卵形鲳鲅, 虎龙杂交斑。

该虫为中型车轮虫; 附着盘中央具一个圆形颗粒; 齿钩近半圆形, 齿钩外切缘圆滑, 骨突略尖锐且低于外切缘, 齿钩后缘略弯曲, 齿钩前缘平滑, 齿钩凸点几乎接触Y+1轴, 且与齿钩凹点位于同一水平线上, 无钩突及后突起; 齿钩连接较纤细, 齿锥发达, 齿锥顶点钝圆, 到达Y轴至Y-1轴距离的一半, 齿锥间嵌合紧密, X轴上下锥形不相似; 齿棘细长, 整体略向前倾斜, 无棘突。

Asmat等^[24]在孟加拉国的长须鳎(*Mystus gulio*)上首次发现该虫, 鉴别特征为近半月形的齿钩、近三角形的齿锥及末端膨大的齿棘。大亚湾种群除虫体直径、缘膜宽及齿棘长比原始描述略小外, 其他形态学数据与原始描述吻合。卵形鲳鲅、虎龙杂交斑为该虫的宿主新记录。

莱普斯车轮虫 *Trichodina lepsi* Lom, 1962(表 2、图 1D和1E、图 2C)

宿主: 卵形鲳鲅, 虎龙杂交斑, 星点笛鲷。

该虫为中型车轮虫; 附着盘中央无明显颗粒; 齿钩近平行四边形, 齿钩外切缘平滑, 骨突圆钝且与外切缘水平, 齿钩前缘和后缘均平直, 且两者近乎平行, 齿钩凸点几近接触Y+1轴, 且与齿钩凹点位于同一水平线上, 无钩突及后突起; 齿钩连接和

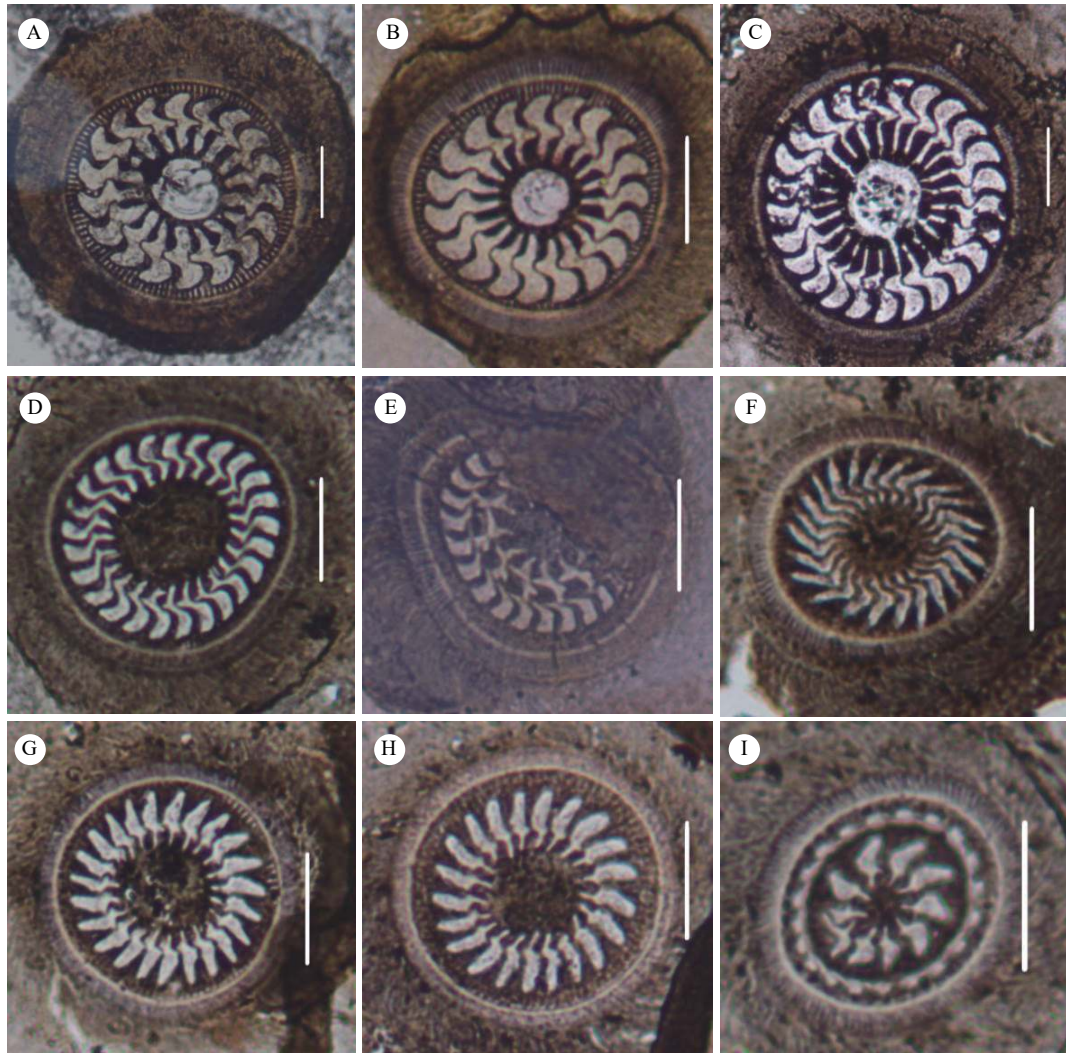


图 1 五种车轮虫的银染标本显微照片

Fig. 1 Photomicrographs of silver impregnated adhesive disc of five trichodinids

A和B. 亚卓车轮虫; C. 长须鳎车轮虫; D和E. 莱普斯车轮虫, E. 二分裂期; F. 劳牧小车轮虫; G—I. 斜拟车轮虫, I. 二分裂结束后的子细胞。比例尺: 10 μm

A, B. *Trichodina jadratica*; C. *T. guliae*; D, E. *T. lepsi*, E. Binary fission period; F. *Trichodinella lomi*; G—I. *Paratrachodina oblique*, I. the daughter cell after binary fission. Scale bar = 10 μm

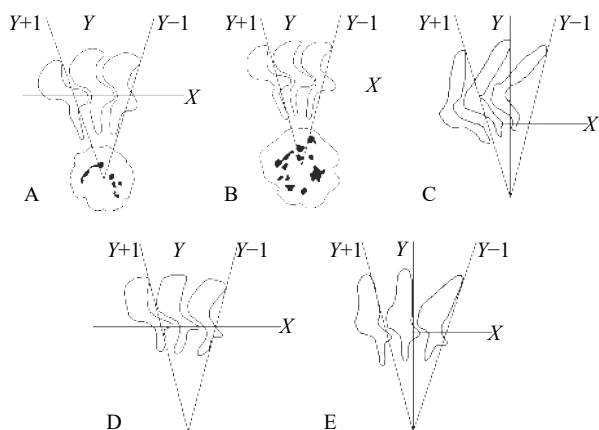


图2 五种车轮虫的齿体定位图

Fig. 2 Diagrammatic representations of the denticles of five trichodinids

A. 亚卓车轮虫; B. 长须鳃车轮虫; C. 莱普斯车轮虫; D. 劳牧小车轮虫; E. 斜拟车轮虫

A. *Trichodina jadrantica*; B. *T. guliae*; C. *T. lepsi*; D. *Trichodinella lomi*; E. *Paratrachodina obliqua*

齿锥均较纤细, 齿锥欠发达, 其顶点尖锐, 未到达Y轴至Y-1轴距离的一半, 齿锥间嵌合紧密; 齿棘短粗, 略有弯曲且向前倾斜, 齿棘顶点超过Y轴至Y+1轴距离的一半, 无棘突。

该虫已记录的宿主多为鲷类, 如*Mugil auratus*、*M. platanus*、*M. cephalus*等, 并常与浦氏车轮虫(*T. puytoraci*)混合感染^[25, 26]。本研究为该虫在亚洲的首次记录, 其缘膜宽、齿体数和齿体纵长比原始描述略小, 其他形态学数据吻合。大亚湾的种群主要寄生在卵形鲳鲅和虎龙杂交斑上, 星点笛鲷上也有少量寄生, 卵形鲳鲅上该虫与其他4种车轮虫混合感染。

劳牧小车轮虫*Trichodinella lomi* Xu, Song & Warren, 1999(表2、图1F、图2D)

宿主: 卵形鲳鲅, 星点笛鲷, 眼斑拟石首鱼。

该虫为小型车轮虫; 附着盘中央无明显颗粒; 齿钩发达, 呈狭长棒状齿钩整体明显向后倾斜且超过Y+1轴, 骨突钝圆, 齿钩前后缘均平直, 偶见钩突, 无后突起; 齿钩连接纤细且难与齿锥相区分; 齿锥不发达, 齿锥顶点钝圆且未及Y轴, 齿锥间嵌合略疏松; 齿棘多数缺失。

该虫为我国海水养殖真鲷(*Pagrosomus major*)和鲈(*Lateolabrax japonicus*)的常见寄生虫, 并常与日本车轮虫(*Trichodina japonica*)、直钩车轮虫(*T. rectuncinata*)、杜氏车轮虫(*T. domerguei*)和简单两分虫(*Dipartiella simplex*)等混合感染^[22]。大亚湾卵形鲳鲅上的劳牧小车轮虫种群与长须鳃车轮虫、莱普斯车轮虫、亚卓车轮虫和斜拟车轮虫混合感染, 其虫体直径和附着盘直径比原始描述略小, 能看到很短的齿棘, 其他形态学数据与

原始描述吻合。

斜拟车轮虫*Paratrachodina obliqua* Lom, 1963(表2、图1G—I、图2E)

宿主: 卵形鲳鲅, 虎龙杂交斑, 星点笛鲷, 眼斑拟石首鱼。

该虫为小型车轮虫; 附着盘中央无明显颗粒; 齿钩近三角形, 齿钩外切缘平直, 骨突圆钝, 齿钩前缘平直, 后缘略弯曲, 齿钩凸点略低于齿钩凹点, 少数具有钩突; 齿钩连接粗壮, 与齿锥难以区分, 齿锥发达, 齿锥顶点钝圆, 略超过Y轴, 齿锥间嵌合疏松; 齿棘相对纤细且整体平直, 齿棘顶点较钝, 无棘突。

大亚湾的斜拟车轮虫种群, 除附着盘直径和齿钩长较小、齿环直径和齿体数较大外, 其他形态学数据与原始描述吻合, 也与Grupcheva等^[27]在地中海竹荚鱼(*Trachurus mediterraneus*)和保加利亚的宽吻海龙(*Syngnathus typhle*)及徐奎栋等^[22]在黄海的牙鲆上采获的种群一致。

2.2 种群季节动态

在检测的8种鱼中, 有5种鱼感染了车轮虫, 分别为: 卵形鲳鲅、虎龙杂交斑、鞍带石斑鱼、星点笛鲷和眼斑拟石首鱼, 而黑鲷、大西洋鲷和斜带髯鲷上未检出车轮虫。共检获5种车轮虫。从周年感染情况看, 卵形鲳鲅5种虫均有感染, 且5种虫的感染率均是卵形鲳鲅的最高(10%—30%), 眼斑拟石首鱼上2种虫的感染率最低(1.67%, 表2和表3); 平均感染强度最高的是斜拟车轮虫(70.5), 随后依次是亚卓车轮虫(35.5)、劳牧小车轮虫(33.8)、长须鳃车轮虫(22.8)和莱普斯车轮虫(20)。从季节动态看, 莱普斯车轮虫感染率及平均感染强度的峰值出现在冬季, 其余4种虫冬季的感染率均显著低于其他季节, 斜拟车轮虫、亚卓车轮虫的平均感染强度在秋季达最高峰, 长须鳃车轮虫和劳牧小车轮虫的分别为春季和夏季(表4)。卵形鲳鲅上5种车轮虫的感染率均为冬季最低, 平均感染强度除劳牧小车轮虫外也是冬季最低(表5), 其中斜拟车轮虫春夏秋季的平均感染强度均高于其他4种, 感染高峰出现在秋季。

有研究表明温度是影响车轮虫种群季节变动的重要因素, 且不同虫种对温度的敏感性不一^[12, 28—31]。本研究显示大亚湾海区养殖鱼类寄生的5种车轮虫, 除莱普斯车轮虫外, 4种虫的感染率和平均感染强度都与温度呈正相关关系。感染高峰出现在水温较高的季节, 亦是鱼类生长的旺季。而车轮虫的大量寄生可导致宿主的组织病变, 引起养殖鱼类特别是鱼苗鱼种发病死亡, 造成经济损失^[2, 3]。在今后大亚湾海区的鱼类养殖过程中, 需加强寄生车轮虫病的监测及预防。

表 3 大亚湾养殖鱼类寄生车轮虫周年感染情况

Tab. 3 The annual infection of trichodinids in gills of farmed fish in Daya Bay

宿主 Host	样本数 Number of host	车轮虫 Trichodinids	感染率 Prevalence (%)	平均感染强度 Mean intensity
卵形鲳鲹 <i>Trachinotus ovatus</i>	60	亚卓车轮虫 <i>Trichodina jadratica</i>	26.7	38
		长须鲹车轮虫 <i>T. guliae</i>	28.3	24
		莱普斯车轮虫 <i>T. lepsii</i>	10	16.8
		劳牧小车轮虫 <i>Trichodinella lomi</i>	21.7	35.5
		斜拟车轮虫 <i>Paratrichodina oblique</i>	30	81.6
虎龙杂交斑 <i>Epinephelus lanceolatus</i> (♂) × <i>E. fuscoguttatus</i> (♀)	60	亚卓车轮虫 <i>T. jadratica</i>	11.7	24.3
		长须鲹车轮虫 <i>T. guliae</i>	8.3	19.8
		莱普斯车轮虫 <i>T. lepsii</i>	8.3	19.2
		斜拟车轮虫 <i>P. oblique</i>	3.33	23.5
星点笛鲷 <i>Lutjanus stellatus</i>	60	莱普斯车轮虫 <i>T. lepsii</i>	3.33	5.5
		劳牧小车轮虫 <i>Trichodinella lomi</i>	3.33	24.5
		斜拟车轮虫 <i>P. oblique</i>	3.33	6.5
眼斑拟石首鱼 <i>Sciaenops ocellatus</i>	60	劳牧小车轮虫 <i>Trichodinella lomi</i>	1.67	12
		斜拟车轮虫 <i>P. oblique</i>	1.67	11
鞍带石斑鱼 <i>Epinephelus lanceolatus</i>	60	亚卓车轮虫 <i>T. jadratica</i>	6.67	6

表 4 大亚湾五种车轮虫感染的季节动态

Tab. 4 Seasonal dynamics of five trichodinids infection in Daya Bay

季节 Season	感染率(%) / 平均感染强度 Prevalence (%) / Mean intensity					平均水温 Mean temperature (°C)
	亚卓车轮虫 <i>Trichodina jadratica</i>	长须鲹车轮虫 <i>T. guliae</i>	莱普斯车轮虫 <i>T. lepsii</i>	劳牧小车轮虫 <i>Trichodinella lomi</i>	斜拟车轮虫 <i>Paratrichodina oblique</i>	
春 Spring	5.8/26.6	5/34.8	3.3/11.3	4.1/29	5/37	24.3
夏 Summer	6.7/25.3	5.8/21.3	1.7/13	4.1/55.8	5/74.4	29.8
秋 Autumn	5.8/47.1	7.5/15.9	1.7/23.5	2.5/10	5.8/107.3	27.1
冬 Winter	1.7/36	1.7/15.5	4.1/28	0.8/12	2.5/23	16.7
合计 Total	5/35.5	5/22.8	2.7/20	2.9/33.8	4.6/70.5	

表 5 卵形鲳鲹上五种车轮虫的季节动态

Tab. 5 Seasonal dynamics of five trichodinids from the host fish *Trachinotus ovatus*

季节 Season	感染率(%) / 平均感染强度 Prevalence (%) / Mean intensity					平均水温 Mean temperature (°C)
	亚卓车轮虫 <i>Trichodina jadratica</i>	长须鲹车轮虫 <i>T. guliae</i>	莱普斯车轮虫 <i>T. lepsii</i>	劳牧小车轮虫 <i>Trichodinella lomi</i>	斜拟车轮虫 <i>Paratrichodina oblique</i>	
春 Spring	33.3/32.4	33.3/31.8	26.7/11.3	33.3/29	40/37	24.3
夏 Summer	46.7/31.9	26.7/25.4	6.7/21	33.3/57.2	33.3/99.4	29.8
秋 Autumn	26.7/55.8	40/18.7	6.7/35	20/10	40/123.2	27.1
冬 Winter	0/0	13.3/15.5	6.7/11	6.7/23	6.7/11	16.7

致谢:

感谢华南师范大学生命科学学院动物学专业研究生李有智、王琳和朱培炜协助采集标本。

参考文献:

[1] Lom J. The adhesive disc of *Trichodinella epizootica*-ultrastructure and injury to the host tissue [J]. *Folia Parasito-*

logica, 1973, **20**(3): 193-202.

[2] Xu K D, Meng F L, Song W B. Scanning electron microscopic observations on the histopathology of trichodiniasis of the mariculture fish, *Lateolabrax japonicus* [J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 2000, **30**(3): 418-422. [徐奎栋, 孟繁林, 宋微波. 鲈鱼的鳃寄生车轮虫病及扫描电镜观察 [J]. 青岛海洋大学学报, 2000, **30**(3): 418-422.]

- [3] Tang F H, Zhao Y J. Taxonomic studies of three species of *Trichodina* Ehrenberg, 1833 with pathologic research into gill tissue of *Carassius auratus* caused by *Trichodina heterodontata* Duncan, 1977: A study of trichodinids from freshwater fishes in Chongqing II [J]. *Journal of Chongqing Normal University* (Natural Science Edition), 2007, **24**(3): 8-12, 99-100. [唐发辉, 赵元著. 三种鲫鱼外寄生车轮虫分类学及异齿车轮虫致鳃组织病理学研究—重庆地区淡水车轮虫研究 II [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2007, **24**(3): 8-12, 99-100.]
- [4] Gong Y C, Yu Y H. Progress in the taxonomy and phylogeny of trichodinids [J]. *Zoological Research*, 2007, **28**(2): 217-224. [龚迎春, 余育和. 车轮虫分类与系统发育研究进展 [J]. 动物学研究, 2007, **28**(2): 217-224.]
- [5] Li L X. Studies on a new species of trichodinids, *Trichodina carassii* sp. nov. [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 1990, **14**(4): 353-358. [李连祥. 鲫鱼寄生车轮虫一新种的研究 [J]. 水生生物学报, 1990, **14**(4): 353-358.]
- [6] Tang F H, Zhao Y J. Taxonomic study on trichodinids parasitic on gills of freshwater fish, *Carassius auratus* from Chongqing, China, with the description of *Trichodina brevicirra* sp. nov. [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2010, **34**(5): 1004-1011.
- [7] Tang F H, Zhao Y J, Liu C N. Two trichodinids of *Paratrachodina* (Ciliophora, Peritrichida, Trichodinidae) infecting gills of *Letalurus punetaus* from Chongqing, China [J]. *African Journal of Microbiology Research*, 2012, **6**(9): 2145-2149.
- [8] Xu K D, Song W B, Warren A. Taxonomy of trichodinids from the gills of marine fishes in coastal regions of the Yellow Sea, with descriptions of two new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Protozoa: Ciliophora: Peritrichia) [J]. *Systematic Parasitology*, 2002, **51**(2): 107-120.
- [9] Yu S S, Tang F H, Zhao Y J. Geographical distribution and diversity of trichodinid ectoparasites (Ciliophora, Oligohymenophorea, Mobilia) from the gills of fresh and estuarine fishes in Zhejiang Province, China and coastal regions of the East China Sea [J]. *European Journal of Scientific Research*, 2011, **64**(1): 61-74.
- [10] Wang W Q, Tang F H, Zhao Y J. The first records of trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichia) from wild marine fishes in the South China Sea [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2015, **39**(3): 564-573. [王文强, 唐发辉, 赵元著. 南中国海野生海水鱼类外寄生车轮虫新记录 [J]. 水生生物学报, 2015, **39**(3): 564-573.]
- [11] Özer A, Erdemo O. The relationship between occurrence of ectoparasites, temperature and culture conditions: a comparison of farmed and wild common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in the Sinop region of northern Turkey [J]. *Journal of Natural History*, 1999, **33**(4): 453-491.
- [12] Zhao Y J, Tang F H, Tang A K. A taxonomic study of species of *Trichodinella* Sramek-Husek and *Tripartiella* Lom, with seasonal population dynamics of *Trichodinella epizootica* Sramek-Husek—A study of trichodinids from freshwater fishes in Chongqing I [J]. *Journal of Chongqing Normal University* (Natural Science Edition), 2007, **24**(1): 1-6. [赵元著, 唐发辉, 唐安科. 小车轮虫、三分虫种类及周从小车轮虫种群周年动态—重庆地区淡水车轮虫研究 I [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2007, **24**(1): 1-6.]
- [13] Song X Y, Wang S F, Li K Z, et al. Basic biological production and potential fishery production in Daya Bay [J]. *Ecological Science*, 2012, **31**(1): 13-17. [宋星宇, 王生福, 李开枝, 等. 大亚湾基础生物生产力及潜在渔业生产量评估 [J]. 生态科学, 2012, **31**(1): 13-17.]
- [14] Shen J W, Tong Y Y. Studies on the digenetic trematodes of fishes from the Daya Bay [J]. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 1990, **15**(4): 385-392. [申纪伟, 佟永永. 大亚湾鱼类寄生复殖吸虫的研究 [J]. 动物分类学报, 1990, **15**(4): 385-392.]
- [15] Luo Y F, Yang T B. Seasonal patterns in the community of gill monogeneans on wild versus cultured orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* Hamilton, 1822 in Daya Bay, South China Sea [J]. *Aquaculture Research*, 2012, **43**(8): 1232-1242.
- [16] Wu Z H. The new species *Coccomyxa leiognatha* (Protozoa: Myxospora) from *Leiognathus brevirostris* [J]. *Tropic Oceanology*, 1991, **10**(2): 77-79. [吴灶和. 短吻蝠寄生黏孢子虫拟单囊虫属一新种 [J]. 热带海洋, 1991, **10**(2): 77-79.]
- [17] Wu Z H, Pan J P. A study on lice disease in cultured grouper *Epinephelus* sp. I. description on the pathogen *Caligus nanhaiensis* n. sp. [J]. *Tropic Oceanology*, 1997, **16**(1): 60-66. [吴灶和, 潘金培. 石斑鱼鱼虱病的研究 I. 南海鱼虱, 新种 *Caligus nanhaiensis* n. sp. [J]. 热带海洋, 1997, **16**(1): 60-66.]
- [18] Lom J. A contribution to the systematics and morphology of endoparasitic trichodinids from amphibians, with a proposal of uniform specific characteristics [J]. *Journal of Protozoology*, 1958, **(5)**: 251-263.
- [19] Van As J G, Basson L. A further contribution to the taxonomy of the Trichodinidae (Ciliophora: Peritrichia) and a review of the taxonomic status of some fish ectoparasitic trichodinids [J]. *Systematic Parasitology*, 1989, **(14)**: 157-179.
- [20] Bush A O, Lafferty K D, Lotz J M, et al. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited [J]. *Journal of Parasitology*, 1997, **83**(4): 575-583.
- [21] Su X Q, White R W G. Trichodinid parasites (Ciliophora: Peritrichia) from the gills of some Australian marine fishes [J]. *Systematic Parasitology*, 1995, **32**(1): 53-59.
- [22] Xu K D, Song W B, Warren A, et al. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of some marine fishes from coastal regions of the Yellow Sea and Bohai Sea [J]. *Systematic Parasitology*, 2001, **50**(1): 69-79.

- [23] Xu K D. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora, Peritrichia) from the tiger puffer *Takifugu rubripes* in the Yellow Sea, with revision of *Trichodina jadranica* Raabe, 1958 [J]. *Acta Protozoologica*, 2007, **46**(4): 311-324.
- [24] Asmat G S M, Hoque B, Mohammad N. A new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Ciliophora: Trichodinidae) from the long whiskered catfish, *Mystus gulio* (Hamilton, 1822) (Siluriformes: Bagridae) in Chittagong, Bangladesh [J]. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 2006, **1**(1): 28-31.
- [25] Marcotegui P S, Martorelli S R. Trichodinids (Ciliophora: Peritrichida) of *Mugil platanus* (Mugiliformes: Mugilidae) and *Micropogonias furnieri* (Perciformes: Sciaenidae) from Samborombón Bay, Argentina, with the description of a new species [J]. *Folia Parasitologica*, 2009, **56**(3): 167-172.
- [26] Özer A, Öztürk T. *Trichodina puytoraci* Lom, 1962 and *Trichodina lepsi* Lom, 1962 (Peritrichida: Ciliophora) infestations on mugilids caught at the Black Sea Coast of Sinop in Turkey [J]. *Turkish Journal of Zoology*, 2004, **28**(2): 179-182.
- [27] Grupcheva G, Lom J, Dyová I. Trichodinids (Ciliate: Urceolariidae) from gills of some marine fishes with the description of *Trichodina zaikai* sp. n. [J]. *Folia Parasitologica*, 1989, **36**(3): 193-207.
- [28] Loubser G J, Van As J G, Basson L. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of some fishes from the Bay of Dakar, Senegal (West Africa) [J]. *Acta Protozoologica*, 1995, **34**: 211-216.
- [29] Jeronimo G T, Speck G M, Cechinel M M, et al. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil [J]. *Revista Brasileira De Biologia*, 2011, **71**(2): 365-373.
- [30] Özer A. *Trichodina domerguei* Wallengren, 1897 (Ciliophora: Peritrichia) infestations on the round goby, *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811 in relation to seasonality and host factors [J]. *Comparative Parasitology*, 2003, **70**(2): 132-135.
- [31] Guan Y Q, Li W H, Zhu L Y, et al. Population dynamics of *Carassius auratus* ectoparasitic *Trichodinella epizootica* in Baiyangdian lake and treatment of trichodiniasis [J]. *Journal of Hebei University* (Natural Science Edition), 2012, **32**(6): 639-644. [管越强, 李文会, 朱凌宇, 等. 白洋淀鲫外寄生周丛小车轮虫种群动态及车轮虫病的药物治疗 [J]. 河北大学学报(自然科学版), 2012, **32**(6): 639-644.]

SPECIES COMPOSITION AND SEASONAL DYNAMICS OF PARASITIC TRICHODINIDS OF CULTURED FISHES IN DAYA BAY

CHEN Peng¹, ZHANG Yong¹, LIU Su², YANG Yu-Qing², YUAN Kai¹, ZHANG Hai-Fa² and DING Xue-Juan¹

(1. Guangzhou Key Laboratory of Subtropical Biodiversity and Biomonitoring, Guangdong Provincial Key Laboratory for Healthy and Safe Aquaculture, School of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 2. Marine Fisheries Development Center of Guangdong Province, Huizhou 516081, China)

Abstract: Trichodinids are a group of parasitic ciliates that are common and harmful in aquaculture. From August 2017 to July 2018, trichodinid infections in 8 species of farmed fish in Daya Bay were investigated. All measurements are presented in μm and follow the uniform specific characteristic system proposed by Lom (1958). The denticles were described in detail in accordance with the method proposed by Van AS and Basson (1989). A total of five species of trichodinids (*Trichodina jadranica* Raabe, 1958; *T. lepsi* Lom, 1962; *T. guliae* Asmat, 2006; *Trichodinella lomi* Xu, Song & Warren, 1999; *Paratrachodina oblique* Lom, 1963) were detected from five species of fish (*Trachinotus ovatus*, *Lutjanus stellatus*, *Epinephelus lanceolatus*, *Sciaenops ocellatus* and Hulong grouper); of which, *Trachinotus ovatus* was infected with five species of trichodinids, and Hulong grouper, *Lutjanus stellatus*, *Sciaenops ocellatus* and *Epinephelus lanceolatus* were infected with four, three, two and one species of trichodinids respectively. The annual infection data showed that the highest prevalence of these five species was *Trachinotus ovatus*, and the lowest prevalence was the two trichodinid species on *Sciaenops ocellatus*. *Trichodina jadranica*, *T. guliae* and *Paratrachodina oblique* have the highest mean intensity of infection in *Trachinotus ovatus*, *Trichodina lepsi* and *Trichodinella lomi* in Hulong grouper. The seasonal dynamics of the total population of parasitic trichodinids showed that the prevalence and the mean intensity in winter were generally low, but the peak season of infection varies with the species; among them, the mean intensity of *Paratrachodina oblique* was higher than the other four species except winter, and the peak of infection appears in autumn. The seasonal dynamics of the five trichodinid species of *Trachinotus ovatus* are similar to that of the total population.

Key words: Trichodinid; Species composition; Seasonal dynamics; Daya Bay